

विचारा, ‘का?’

विज्ञानाची पद्धत शिकण्यासाठीची प्रयोगमालिका

विज्ञान निर्भयता नीती

विचारा - का
विज्ञानाची पद्धत शिकण्यासाठीची प्रयोगमालिका

पहिली आवृती - जुलै 2018

लेखक टीम - संपर्क geetamahashabde@gmail.com
डॉ. विवेक मॉटेरो, गीता महाशब्दे, दीपक गोखले,
नीलिमा सहस्रबुद्धे, खुशबू कुमारी, सुधीर कुंभार
मराठी भाषांतर - नीलिमा सहस्रबुद्धे, गीता महाशब्दे, दीपक गोखले
साहाय्य - स्वाती मोरे, वर्षा खानवेलकर

फोटो - डॉ. चैतन्य गुत्तीकर

कव्हर आणि डिझाइन - DESIGN ORB
डिझाइन साहाय्य - लक्ष्मण व्यवहारे

ऋणनिर्देश -
ऑल इंडिया पीपल्स सायन्स नेटवर्क, विपुला अभ्यंकर
नवनिर्मिती लर्निंग फाउंडेशन, नवनिर्मिती एज्युक्वालिटी फाउंडेशन
कुमार गोखले, तनया खानवेलकर, सानिका पवार, ऋत्विक बारभाई

संपर्क - navnirmitilearning@gmail.com, 9850303396

साहित्यासाठी संपर्क - navnirmitilearning@gmail.com, navnirmitieduquality@gmail.com

राष्ट्रीय वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिवस - 20 ऑगस्ट

विचारा का
राष्ट्रीय वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिवस ऑगस्ट २०

राष्ट्रीय वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिवस' आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोनाच्या प्रसाराबाबतचे निवेदन

"वैज्ञानिक दृष्टिकोन, मानवतावाद आणि शोधकबुद्धी व सुधारक वृत्ती वाढवणे व त्यांचा प्रसार व प्रचार करणे", हे भारतीय राज्यघटनेच्या कलम 51 A(h) नुसार भारताचे नागरिक म्हणून आपलं मूलभूत कर्तव्य आहे. केवळ तेवढंच नाही, तर 21 व्या शतकातील जागतिक समाजाचा घटक म्हणूनही ते आपलं मूलभूत आणि सामूहिक कर्तव्य आहे.

या कामाकडे आपण पुरेसं लक्ष आजवर दिलेलं नाही, त्यासाठी आवश्यक तितकी बांधिलकी दाखवलेली नाही, असं आम्हाला वाटतं. त्याऐवजी, विरुध्द दिशेने जाण्याचे, चिंताजनक आणि अस्वस्थ करणारे आक्रमक प्रयत्नच जास्त होत आहेत. म्हणूनच जास्त जोमाने, उत्साहाने, पद्धतशीरपणे आणि सातत्याने सर्व पातळ्यांवर वैज्ञानिक दृष्टिकोनाच्या प्रसाराचे कार्य तातडीने हाती घेण्याची आवश्यकता आहे. हे काम पुढे नेण्यात शाळा, महाविद्यालये आणि शैक्षणिक संस्थांची भूमिका विशेष महत्त्वाची आणि निर्णायक असणार आहे. वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचा प्रसार हे केवळ वैज्ञानिकांचे काम नसून भारतीय लोकशाहीतील सर्व नागरिकांचे ते काम आहे.

सध्याच्या काळातल्या वैज्ञानिक दृष्टिकोनाच्या खंद्या पुरस्कर्त्यांमध्ये डॉ. नरेंद्र दाभोळकर अग्रेसर होते. आपल्या व्याख्यानांमधून आणि लेखांमधून त्यांनी हा विषय समाजातल्या सर्व स्तरांपर्यंत नेला. 20 ऑगस्ट हा त्यांचा हौतात्म्यदिवस देशभरात राष्ट्रीय वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिवस म्हणून साजरा करणे हे त्यामुळे अगदी योग्य आहे.

येथे सह्या केलेले आम्ही सर्वजण, या मोहिमेला पाठिंबा देत आहोत. बहुश्रुत आणि तर्कनिष्ठ लोकांचा विवेकी आणि मानवतावादी भारत घडविण्यासाठी सर्व जाणत्या आणि जागरूक नागरिकांनी, शैक्षणिक संस्था- संघटनांनी या सामूहिक राष्ट्रीय प्रयत्नात सहभागी व्हावे असे आवाहन आम्ही करीत आहोत.

या निवेदनास पुढील वैज्ञानिकांनी व शिक्षणतज्ज्ञांनी पाठिंबा दिलेला आहे -

डॉ. जयंत नारळीकर	डॉ. नरेश दधीच	अरविंद गुप्ता	डॉ. विद्यानंद नंजुंडय्या
डॉ. विवेक मॉन्टेरो	डॉ. स्पेंटा वाडिया	डॉ. सब्यसाची चॅटर्जी	डॉ. सत्यजीत रथ
डॉ. जयंत मूर्ती	डॉ. के. सुब्रह्मण्यम	डॉ. विनोद मुबायी	डॉ. प्रियदर्शिनी कर्वे
डॉ. प्रज्वल शास्त्री	डॉ. निस्सीम काणेकर	डॉ. उदय नाकडे	डॉ. मिहिर अर्जुनवाडकर
डॉ. टायटस के. मॅथ्यु	शांता लायशाराम	डॉ. सुभोजित सेन	प्रा. राघवेंद्र गदगकर
डॉ. नीरज रामानुजम	डॉ. अनिकेत सुळे	नीलिमा सहस्रबुद्धे	पॅट्रिक दासगुप्ता
डॉ. आर. एस. भंडारी	मुग्धा कर्णिक	प्रफुल्ल पांडव	डॉ. अनंत फडके
नीलिमा देशपांडे	गीता महाशब्दे	डॉ. अमिताभ जोशी	डॉ टिजू थॉमस
डॉ. रविंदर बन्याल	आ. कपील पाटील	डॉ. शंतनू अभ्यंकर	अविनाश हावळ

आणि इतर अनेक वैज्ञानिक, लोकविज्ञान चळवळीचे कार्यकर्ते व शिक्षणतज्ज्ञ

वैज्ञानिक दृष्टिकोन म्हणजे काय?

विचारा का
राष्ट्रीय वैज्ञानिक
दृष्टिकोन दिवस ऑगस्ट २०

आपल्या भोवतीचे वास्तव जग - निसर्ग आणि समाज दोन्हीही - समजून घेण्यासाठी वैज्ञानिक पद्धतीचा वापर करणे या पायावर वैज्ञानिक दृष्टिकोन आधारलेला असतो. प्रयोग करणे, पुरावे गोळा करणे, आणि नेहमी प्रश्न विचारणे यावर वैज्ञानिक पद्धत आधारलेली असते.

डॉ. नरेंद्र दाभोळकर - "जेवढा पुरावा, तेवढा विश्वास"

डॉ. नरेंद्र दाभोळकरांनी एका व्याख्यानात वैज्ञानिक दृष्टिकोनाची ही नेमकी व्याख्या चार शब्दांत दिली आहे.

गौतम बुद्ध

२५०० वर्षांपूर्वी गौतम बुद्धांनी विश्वास ठेवण्याबाबत याच प्रकारची मार्गदर्शक तत्त्वं दिली होती -

- केवळ ऐकलं आहे म्हणून कोणत्याही गोष्टीवर विश्वास ठेवू नका.
- बहुतांश लोक असं म्हणतात म्हणूनही एखाद्या गोष्टीवर विश्वास ठेवू नका.
- आपले आदरणीय गुरू म्हणतात म्हणूनही एखाद्या गोष्टीवर विश्वास ठेवू नका.
- वर्षानुवर्षांची परंपरा आहे म्हणूनही कशावर विश्वास ठेवू नका.

परीक्षण आणि विश्लेषण करून जर तुम्हाला असं दिसलं की ती गोष्ट तर्कविचारावर खरी आहे आणि सर्वांच्या हिताची आहे, तर तुम्ही ती गोष्ट माना आणि त्यानुसार आचरण करा.

वैज्ञानिक दृष्टिकोन (1981 **च्या दस्तावेजातील व्याख्या)**

(a) वैज्ञानिक पद्धत ही ज्ञान मिळवण्याची विश्वासार्ह पद्धत आहे.

(b) वैज्ञानिक पद्धत वापरून मिळवलेल्या ज्ञानाच्या आधारे मानवजातीच्या समस्या समजून घेता येतात आणि सोडवता येतात.

(c) मानवजातीच्या शाश्वत जगण्यासाठी आणि प्रगतीसाठी, रोजच्या जीवनात आणि मानवी व्यवहाराच्या प्रत्येक अंगासाठी, नीतीशास्त्रापासून ते राजकारणापर्यंत आणि अर्थशास्त्रातही, वैज्ञानिक पद्धतीचा परिपूर्ण वापर करणे आवश्यक आहे.

(d) वैज्ञानिक पद्धतीने मिळवलेलं ज्ञान हे त्या त्या वेळी सत्याच्या जास्तीत जास्त जवळ असलेलं ज्ञान म्हणून स्वीकारलं पाहिजे, त्याच्याशी सुसंगत नसलेल्या गोष्टींना प्रश्न विचारले पाहिजेत, आणि वेळोवेळी ज्ञानाचा पाया तपासून पाहिला पाहिजे.

ही पुस्तिका कशासाठी?

या वर्षी आणि 2018 पासून दरवर्षीच 20 ऑगस्टला आपण राष्ट्रीय वैज्ञानिक दृष्टिकोन दिन साजरा करणार आहोत.

आपण विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या दुनियेत वावरतो, पण भारताचे नागरिक म्हणून आपले आचार, विचार फारसे वैज्ञानिक नसतात. आधुनिक तंत्रज्ञानाच्या काळात असूनही, अजून कित्येकांच्या मूलभूत गरजाही भागलेल्या नाहीत, त्यांना पुरेशी सुरक्षितताही लाभलेली नाही. बहुमूल्य अशा नैसर्गिक संसाधनांचा अवैज्ञानिक अपव्यय आजही चालू आहे. धर्मांध आणि वांशिक पूर्वग्रह आणि तिरस्कार पसरवले जात आहेत. काहीही प्रश्न न विचारता गोष्टींवर विश्वास ठेवावा असं आपल्याला सांगितलं जात आहे. दूरदर्शनवाहिन्यांवरील कित्येक बातमीपत्रांमधून खोट्या बातम्या वाहत आहेत. पुराणकथा हाच जणू इतिहास आहे असे दावे होत आहेत. हजारो वर्षांपूर्वीच आपल्याकडे विमाने, दूरदर्शन आणि इंटरनेट होते, असे म्हटले जात आहे. डार्विनचा उत्क्रांतीवाद ही आधुनिक विज्ञानाची फार महत्त्वाची देन आहे, पण तो शाळांमध्ये शिकवू नये असे मत आपले राष्ट्रीय पुढारी व्यक्त करत आहेत! असलीच मते तुर्कस्थान, सौदी अरेबिया आणि अमेरिकेतील काही पुढारीदेखील मांडतात. वैज्ञानिक विचारसरणीवर जगभरात हल्ले होत आहेत.

विधाने खरी की खोटी, वास्तव की भ्रम, हे कसं ओळखायचं? फसवणूक, खोट्या बातम्या आणि छद्मविज्ञान कसं ओळखायचं?

आपल्या कामाची खोली आणि व्याप्ती वाढवण्यासाठी आपल्याला वैज्ञानिक दृष्टिकोनाची गरज आहे. भवतालचे वास्तव जग विज्ञानाच्या पद्धतीने जाणून घेणं हा वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचा पाया आहे.

विज्ञानाची पद्धत म्हणजे काय? हे समजून घेण्याचं पहिलं लहानसं पाऊल म्हणजे हे साध्या प्रयोगांचं पुस्तक. यातील प्रत्येक प्रयोग तुम्ही स्वतः करून पहा. प्रत्येक प्रश्न स्वतः विचारून बघा...टाचणी उलट दिसते आहे, की सुलट? बाणाने दिशा का बदलली? आपण जे काही पाहतो, ते नीट बारकाईने आणि चिकित्सकपणे तपासून पाहायला हवे. तर्कानुसार बरोबर आहे, म्हणून केवळ प्रत्येक विधान अचूक असत नाही. मात्र प्रश्न विचारत, तर्कविचाराने पायरीपायरीने आपण एखाद्या गोष्टीची खात्री करून घेऊ शकतो.

'का' हा प्रश्न विचारणे, सतत विचारणे आणि सर्व बाजूंनी विचारणे हीच विज्ञानाची पद्धत होय.

अनुक्रमणिका

विचारा का
राष्ट्रीय वैज्ञानिक
दृष्टिकोन दिवस ऑगस्ट २०

विज्ञानाची पद्धत म्हणजे काय?

विज्ञानाची पद्धत म्हणजे -
निरीक्षण, कृती, तर्कविचार
आणि सतत 'का?' हा प्रश्न विचारत
कारण जाणून घेणे.

प्रयोग 1 हाताला भोक पाडा

एक A4 आकाराचा कागद घ्या (वर्तमानपत्राचा अर्धा कागदही चालेल). त्याची लांब नळी गुंडाळून घ्या. नळीचा व्यास साधारण 2 सेमी आणि लांबी साधारण 30 सेमी असेल. ती उलगडू नये म्हणून चिकटपट्टी लावा.

ही नळी उजव्या हातात पकडा. डावा डोळा बंद करून नळीतून उजव्या डोळ्याने लांबचे दृश्य पहा.



डावा डोळा बंदच ठेवा. आता नळीच्या अर्ध्या लांबीवर डावा तळहात टेकवा. हळूहळू डावा डोळा उघडा. दोन्ही डोळे उघडे ठेवून तुम्हाला काय दिसते?



डाव्या हाताच्या पंजाला एक भोक असून त्यातून तुम्ही लांबचे दृश्य पाहत आहात असे तुम्हाला दिसेल!

मजेदार आहे ना हे? असे कसे घडले?

आता डावा डोळा मिटून, उजव्या डोळ्याने नळीतून लांबवर पहा. आता उजवा डोळा मिटून, डाव्या डोळ्याने पहा. नळीची दिशा कुणीकडे आहे?
एक एक डोळा काय पाहतो, ते शोधून काढा.

आपण फक्त डोळ्यांनी पाहत नाही. प्रत्येक डोळा वेगळ्या ठिकाणी असल्याने, त्यांना दिसणारे दृश्य किंचित वेगळे असते. पण आपला मेंदू या दृश्यांचे एकत्रीकरण करतो. तेच दृश्य आपल्याला दिसत असते. आपण आपले डोळे आणि मेंदू या सर्वांनी पाहतो...असे म्हणायला हवे.

या प्रयोगात आपल्याला दिसते ती प्रतिमा, म्हणजे आपल्या मेंदूने एकत्र केलेली दोन डोळ्यांना दिसणारी दोन वेगवेगळी दृश्ये आहेत.

आता विचार करा..आपल्याला भोक कसे दिसते?

तुमच्या प्रश्नांबद्दलची तुमची समज आणखी वाढवण्यासाठी पुढचा प्रयोग करा.

प्रयोग 2 वर्ग सरकवा पलीकडे

वर्गात एका भिंतीला टेकून वर्गाकडे तोंड करून उभे राहा. पहिले बोट सरळ उभे करून हात लांब करा. डावा डोळा बंद करून वर्गातील कोणतीही एक उभी कड बोटाला टेकून दिसेल असे बोट स्थिर धरा. आता बोट त्याच जागी ठेवून उजवा डोळा बंद करा आणि डाव्या डोळ्याने बोटाकडे बघा.



बोटाकडे बघत असतानाच एकदा डावा तर एकदा उजवा डोळा बंद करत राहा. बोटामागचा वर्ग उजवी-डावीकडे सरकतो आहे असे तुम्हाला दिसेल. का बरे?

आधीच्या प्रयोगात आपण पाहिले, त्यानुसार डाव्या डोळ्याला आणि उजव्या डोळ्याला दिसणारी स्वतंत्र प्रतिमा जेव्हा मेंदू एकावर एक ठेवून त्याचा अर्थ लावतो, तेव्हा आपल्याला 'दिसते'. आपल्या डोळ्यांमध्ये अंतर असल्याने या प्रतिमा किंचित वेगळ्या असतात. या प्रयोगात बोटाशी होणारा कोन जरासा वेगळा असतो, त्यामुळे त्याच्या मागे दिसणाऱ्या वस्तूही वेगळ्या असतात. आपण बोटाकडे दृष्टी लावलेली असल्याने, पार्श्वभूमी जरा हलली आहे असे दिसते. त्याचाच अर्थ वर्ग थोडा डावीकडे किंवा उजवीकडे हलताना दिसतो. जरा विचार करून सांगा, की वर्ग सरकवणे आणि हाताला भोक पाडणे या दोन प्रयोगात सारख्या गोष्टी कोणत्या आहेत?

प्रयोग 3 जास्तीचे बोट



एका खुर्चीत ताठ बसा. समोर जमिनीवर एक नाणे ठेवा. त्याच्याकडे नजर ठेवून, त्याच ओळीत आपल्या हाताची दोन्ही बोटे एकमेकाला टेकवून धरा. दोन्ही डोळ्यांनी नाण्याकडे पाहत राहा.

हळूहळू तुम्हाला आपल्या दोन बोटांच्या मध्ये तिसरे बोट दिसू लागेल! कुठून आले हे जादा बोट? आधी केलेल्या दोन्ही प्रयोगांवरून तुम्हाला याचे कारण सांगता येईल.

प्रयोग 4 सूर्य संदेश कार्ड

पुस्तकात शेवटच्या पानावर दिलेले सूर्य संदेश कार्ड कापून घ्या. कटरच्या साहाय्याने मधल्या भागातील निरनिराळी चिन्हे काळजीपूर्वक कापून घ्या. उन्हात जमिनीजवळ कार्ड धरा. कार्डाच्या सावलीचे निरीक्षण करा. कार्डावरील निरनिराळी चिन्हे जमिनीवर पडलेली दिसतील.

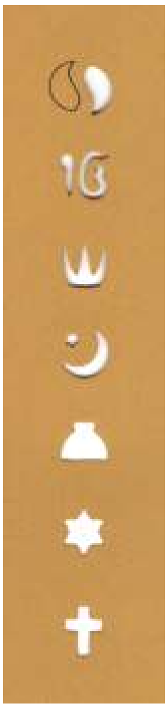
आता हळूहळू कार्ड जमिनीपासून वरवर सूर्याच्या दिशेला न्या. जितकं जास्तीतजास्त उंच नेता येईल तितकं. सगळी चिन्हे एकसारखी होतात. ते सगळे प्रकाशगोल होतात. आपल्या रूंदावणाऱ्या जाणीवांचे द्योतक. आणखी उंच गेल्यावर ते सगळे गोल एकमेकांना स्पर्श करतात, आपली एकता, आपलं एकत्र येणं व्यक्त करीत! मानव म्हणून, धर्मनिरपेक्ष भारताचे नागरिक म्हणून आणि धरित्रीचे नागरिक म्हणून आपण सगळे मुळात एकच असल्याचं व्यक्त करीत.

हा चमत्कार नाही, तर हा एक वैज्ञानिक आविष्कार आहे. जमिनीवर दिसणारे प्रकाशगोल म्हणजे सूर्याच्या प्रतिमा आहेत. सूर्य गोल आहे म्हणून त्या गोल आहेत. म्हणून कार्डावरच्या कवितेत 'अनेक चिन्हे एक सूर्य' असे आहे. याला पिनहोल प्रोजेक्शन किंवा पिनहोल कॅमेऱ्याचं तत्त्व असं म्हणतात.

सूर्य संदेश

तमसो मा ज्योतिर्गमय

अंधाराकडून प्रकाशाकडे

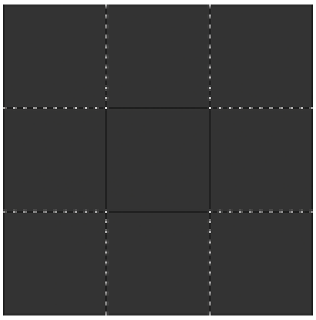


अनेक शाळा	एक प्रयोग
अनेक चिन्हे	एक सूर्य
अनेक श्रद्धा	एक ईश्वर
अनेक वंश	एक मानव
अनेक संस्कृती	एक राष्ट्र
अनेक राष्ट्रे	एक जग
अनेक समस्या	एक निर्धार

आपण सारे एकत्र येऊ, जास्त चांगलं जग घडवू

प्रयोग 5 जादूई आरसा

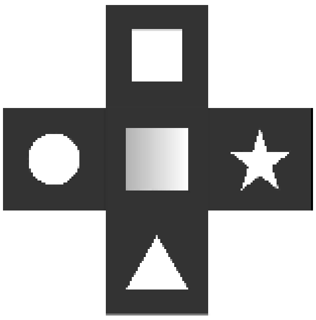
जादूई आरसा तयार करा



जरा जाडसर काळ्या कागदाचा 15 सेमी बाजू असलेला चौरस घ्या. प्रत्येक कोपऱ्यातला 5 सेमी बाजूचा चौरस कापून टाका. मोठ्या अधिकच्या चिन्हासारखा आकार उरेल.

या कागदाच्या बाहेरील चार चौरसांमध्ये चौरस, चांदणी, वर्तुळ आणि त्रिकोण अशा आकारांची भोके कापून घ्या. आरशावर झाकण्यासाठी त्यांचा उपयोग होईल.

मधल्या चौरसात 3 सेमी बाजू असलेला चौरसाकृती आरसा चिकटवा. (तुमच्याकडील आरसा वेगळ्या मापाचा असेल तर त्याप्रमाणात कमी-जास्त मापाचा चौरस घ्या).



चौरसाकृती भोकाने आरसा झाकून बाहेर उन्हात धरा. तुमच्याजवळ उभ्या असलेल्या मित्राच्या शर्टावर किंवा जवळ धरलेल्या कागदावर आरशाने कवडसा पाडा (1 मीटर किंवा त्यापेक्षा कमी अंतरावर). प्रतिमा पहा. तिचा आकार कसा आहे? इतर आकारांची भोके आरशावर धरून प्रयोग करा. आरशावर चौरस आकाराचे भोक धरले तर चौरस प्रतिमा मिळते, त्रिकोणी आरशाने त्रिकोणी आणि वर्तुळाकार आरशाने गोल, चांदणीने चांदणीसारखी. यात नवल वाटण्यासारखे फारसे काही नाही.

आता या प्रत्येक आकाराच्या आरशाने जरा लांबवर असलेल्या भिंतीवर (साधारणपणे 20 मीटरवर) कवडसा पाडा. काय दिसते?

नवल वाटले ना?

लांब अंतरावर कवडसा पाडला तर प्रतिमांचा आकार कसा आहे?

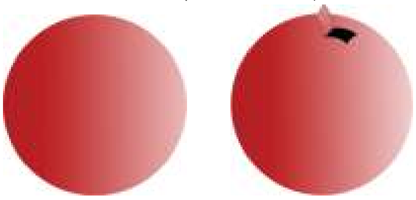
आरसा चौरस किंवा त्रिकोणी असला तरीही जास्त अंतरावर घेतलेली प्रतिमा वर्तुळाकार आहे.



प्रयोग 6 चेंडू आरशाचा सूर्यदर्शक

चेंडूचा माउंट तयार करा

एक प्लॅस्टिकचा चेंडू घ्या. कटरचा वापर करून चित्रात दाखवल्याप्रमाणे चेंडूवर एक छोटी खिडकी तयार करा. चेंडूमध्ये वाळू भरा. त्यामुळे चेंडू जड व स्थिर होईल. खिडकी टेपने बंद करा. टेबलासारख्या स्थिर पृष्ठभागावर एखादी योग्य आकाराची वाटी किंवा रुंदशी रिंग ठेवा. त्यावर चेंडू स्थिर ठेवा. तुमचा चेंडूचा माउंट वापरण्यास तयार झाला.



चेंडू-आरशाचा सूर्यदर्शक बनवा. सूर्याची प्रतिमा घ्या.

चेंडूचा माउंट घ्या. एक छोटा आरसा घ्या. मध्ये गोल भोक असणारा खाकी रंगाचा कागद आरशावर चिकटवा. चित्रात दाखवल्याप्रमाणे हा आरसा चेंडूच्या माउंटवर चिकटवा. हा सूर्यदर्शक एका रिंगवर ठेवून तो उन्हात स्थिर ठेवा. असा हा तयार झाला चेंडू आरशाचा सूर्यदर्शक.



या सूर्यदर्शकाच्या सहाय्याने कवडसा पाडून सूर्याची प्रतिमा मिळवा. सूर्यदर्शक अशा कोनात फिरवा की सूर्याची प्रतिमा एखाद्या अंधाऱ्या जागी किंवा अंधारपेटीत असलेल्या पांढऱ्या कागदाच्या पडद्यावर मिळेल.

चेंडू-आरशाचे पडद्यापासूनचे अंतर 30-40 मीटर इतके वाढवा. तुम्हाला सूर्याची मोठी, साधारण 30 सेमी व्यासाची रेखीव प्रतिमा मिळेल.

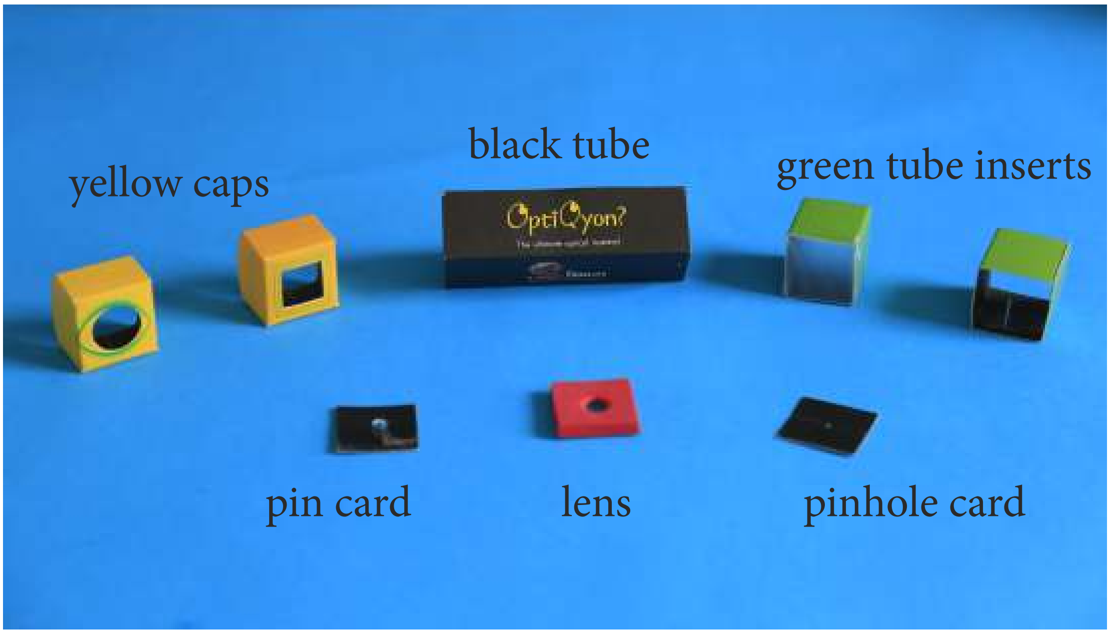
या प्रतिमेचे नीट निरीक्षण करा. ती एकाच जागी स्थिर आहे, की सरकते? प्रतिमा का सरकते?





प्रयोग 7 ऑप्टि‘का?’

ऑप्टिक्यों संचातील साहित्य



प्रयोग करता करता शोध घेत जाण्याचा ऑप्टिका हा एक प्रवास आहे. विचार करत गेलात की त्यातले गूढ तुम्हाला नक्कीच उकलेल. या प्रयोगाच्या साहित्यात एक काळी कागदी नळी दिलेली आहे. नळीच्या दोन्ही बाजूवर बसतील अशी दोन पिवळी टोपणे दिलेली आहेत. छोटेसे छिद्र असलेले किंवा छोटे भिंग किंवा छोटी टाचणी बसवलेले चौकोनी कार्ड त्या टोपणात बरोब्बर बसेल. शिवाय काळ्या नळीत सरकवता येतील अशा दोन हिरव्या कागदी नळ्याही दिलेल्या आहेत. एका हिरव्या सरकनळीच्या तोंडावर बटर पेपरचा पडदा आहे, आणि दुसऱ्या नळीच्या तोंडाशी उभी राहील अशी एक टाचणी तिथे चिकटवलेली आहे.

चौकोनी कार्डे आणि सरकनळ्या वेगवेगळ्या प्रकारे वापरून यातले वेगवेगळे प्रयोग करता येतात.

किटमध्ये पुढील गोष्टीही आहेत -

- चौरस कार्डांना छिद्रे पाडण्यासाठी टाचणी
- छोट्या नाभीय अंतराचे भिंग बसवलेला फोमचा चौरस.
- एका कार्डाला मध्यभागी छोटे गोलाकृती भोक आहे. साध्या पंचिंग मशिनने पाडलेले. टाचणी मध्यभागी काटकोनात वाकवून त्यावर अशी बसवा, की या गोल भोकाच्या मध्यभागी टाचणीचे डोके दिसेल. याला आपण टाचणीचे कार्ड म्हणू.
- जास्तीची काळी चौरस कार्डे

प्रयोग 7.1 नुसत्या पिनहोलमधून पाहणे

काळ्या कार्डाला मध्यभागी एक लहानसे छिद्र पाडा. हे पिनहोल कार्ड. ते एका पिवळ्या टोपणात बसवून काळ्या नळीच्या एका टोकाला बसवा. ही झाली A बाजू. दुसऱ्या बाजूला आपण B बाजू म्हणू.तिथे काहीच लावू नका.

आता A बाजू डोळ्याला लावून नळीतून खिडकीबाहेरचे लख्ख उजेडातले दृश्य बघा. चष्मा असेल, तर तो काढून ठेवा. तुम्हाला एक उजळलेले वर्तुळ, नळीचा आतला भाग, वर्तुळात बाहेरचे दृश्य असे स्पष्ट दिसेल. डोळ्याचा नंबर काहीही असला तरी!

आता B बाजू डोळ्याला लावून खिडकीबाहेर बघा. आता छिद्रातून तुम्हाला लहान उजळ वर्तुळ, आणि त्यातून बाहेरच्या दृश्याचा लहानसा भाग दिसेल.

प्रयोग 7.2 पिनहोल आणि टाचणी

नळीच्या A बाजूला पिनहोल कार्ड लावा, B बाजूला लहान भोकात लावलेल्या टाचणीचे कार्ड - पिनकार्ड - लावा.

आता पिनहोलची बाजू (A बाजू) डोळ्याला लावून खिडकीबाहेरच्या दृश्याच्या पार्श्वभूमीवर काय दिसते ते पहा. उजळ वर्तुळामध्ये तुम्हाला उभी टाचणी दिसते का?

आता काळी नळी फिरवून फक्त B बाजू डोळ्याला लावून पहा. लहान वर्तुळात उजळ दृश्याच्या पार्श्वभूमीवर तुम्हाला ती टाचणी दिसते का?

काय? ती आता खाली डोके वर पाय... अशी दिसतेय?

अरे व्वा.!!.



पिन उलटी का दिसतीये? असं का आणि कसं?

आपण विज्ञानाच्या पद्धतीनुसार हे आता शोधून काढू. काही प्रयोग करू, निरीक्षण करू आणि त्यावरून तर्क करून पाहू.

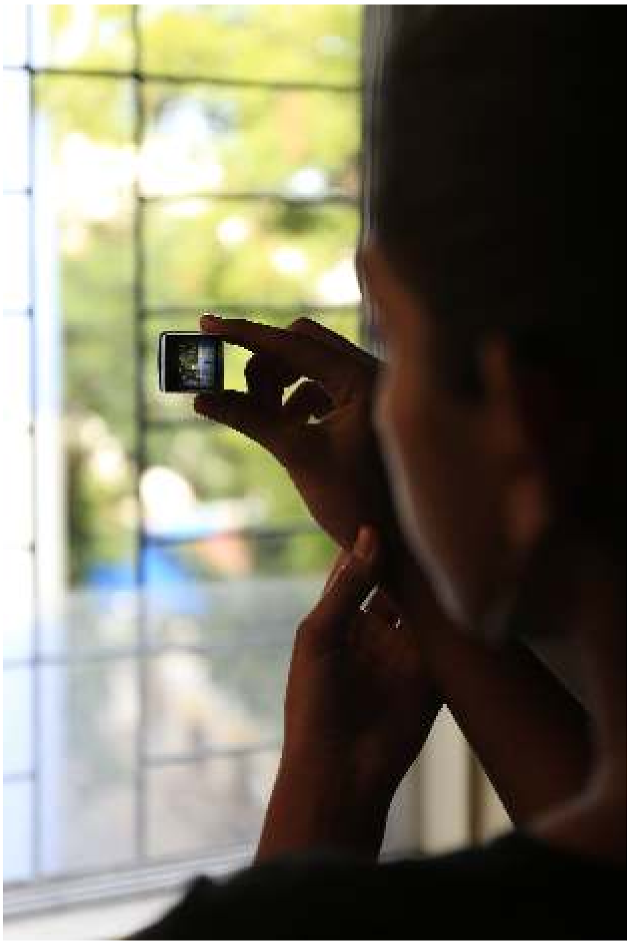
प्रयोग, निरीक्षण आणि तर्काने विश्लेषण याला विज्ञानाची पद्धत म्हणतात.

प्रयोग 7.3 भिंग आणि पडदा

टोपणे आणि त्यातील कार्डे काढून ठेवा. एका टोपणात भिंगाचा फोम घालून ठेवा. बटरपेपरचा पडदा असलेली हिरवी नळी, पडदा आतल्या बाजूस ठेवून, काळ्या नळीत पूर्ण सरकवून घ्या.आता A बाजूवर भिंग असलेले टोपण बसवा. भिंग आणि पडदा यात आता अंदाजे 3 सेमी अंतर असेल. (भिंगाचे नाभी अंतर तेवढेच आहे.) B बाजू डोळ्याकडे ठेवून अंदाजे 30 cm अंतरावरून पहा. बाहेरील दृश्याची उलट प्रतिमा पडद्यावर तयार झालेली तुम्हाला दिसेल.

वा! भारी !!

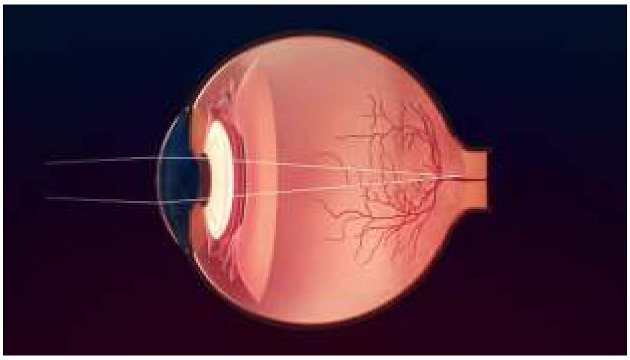
आपल्याला खिडकीबाहेर दिसणाऱ्या दृश्याची एक सुंदर, स्पष्ट, रेखीव पण उलट प्रतिमा पडद्यावर दिसेल.



-

चर्चा

प्रयोग 7.3 ही आपल्या डोळ्याची प्रतिकृती आहे. डोळ्यात छोट्या नाभीय अंतराचे एक भिंग असते. डोळ्याच्या स्नायूंमुळे भिंग चपटे किंवा फुगीर होते आणि भिंगामुळे बाह्य दृश्याची रेखीव उलट प्रतिमा डोळ्याच्या पडद्यावर तयार होते.



आंतरजालावरील चित्र साभार

मग पडद्यावर उलट प्रतिमा असूनही हे दृश्य आपल्याला सुलट कसे दिसते? ह्या उलट प्रतिमेचा अर्थ आपला मेंदू आपल्याला सांगतो! तेव्हा दृश्य आपल्याला सुलट वाटते.

प्रयोग 7.4 प्रयोग 7.1 ची प्रतिकृती

7.3 प्रमाणेच पडदा व भिंग ठेवा. A बाजूने भिंगातून पाहिले की बटर पेपरचा पोत स्पष्ट दिसतो.प्रयोग 7.3 मध्ये जेव्हा भिंगातून पडद्यावर रेखीव प्रतिमा मिळते, तेव्हा भिंगाच्या नाभीपाशी पडदा ठेवलेला आहे. म्हणजेच भिंगातून पडद्याचे निरीक्षण करण्यासाठीही ते अंतर योग्य आहे. या प्रयोगात बाजूला लावलेले भिंग हे फक्त पडद्यावरील दृश्य तपासून पाहण्यासाठी आहे. ते डोळ्यातील भिंगाची प्रतिकृती म्हणून नाही.

आता 7.1 ची प्रतिकृती तयार करू.

छोटे छिद्र असलेले कार्ड टोपणात घाला. ते B बाजूवर लावा. ऑप्टिका अशी धरा की बाहेरून येणारा उजेड छिद्रावाटे पडद्यावर पडेल.

आता पडद्यावरची प्रतिमा भिंगातून पाहून तपासा. पिनहोलमुळे पडद्यावर पडलेली प्रतिमा जर नुसत्या डोळ्यांनी पाहिली तर ती अंधुक दिसते. पण भिंगातून पाहिल्यामुळे ती जराशी गडद आणि रेखीव दिसेल.

थोडं नीट पाहिलं तर तुम्हाला कळेल, की प्रतिमा उलट आहे. तुम्हाला दिसली का?

प्रयोग 7.1 मध्ये आपल्या डोळ्यात नेमकं काय घडत होतं त्याची ही प्रतिकृती आहे. प्रयोग 7.1 मध्ये आपण पिनहोलमधून लांबचे दृश्य पाहत होतो. त्यावेळी डोळ्यातील भिंग जवळजवळ सपाट झालेले असते आणि त्यामुळे प्रतिमा तयार करण्यात ते कोणतीच भूमिका निभावत नाही. ते जवळपास नसल्यासारखेच झाले. त्यामुळेच आपल्या चष्म्याचा नंबर काहीही असला, तरीही चष्मा काढल्यावर पिनहोलमधून बाहेरचे दृश्य रेखीव दिसते.

प्रयोग 7.1 मध्ये पिनहोल कॅमेरा तत्वाने बाहेरच्या दृश्याची डोळ्याच्या पडद्यावर तयार होते. या प्रयोगातल्यासारखी ती प्रतिमाही उलटी होती.

मग 7.1 मध्ये आपल्याला बाहेरचे दृश्य सुलट का दिसले?

याचे कारण तुम्हीच आता सांगायचे आहे (थोडी मदत - प्रयोग 7.3 पुन्हा वाचा).

प्रयोग 7.5 छिद्र आणि पडदा यांच्यामध्ये टाचणी.

आपण प्रयोग 7.2 ची प्रतिकृती तयार करू.

भिंग आणि पडदा यांची जागा तीच ठेवा. आता दुसऱ्या बाजूने, टाचणी लावलेली हिरवी नळी आत सरकवा.टाचणी टोकापासून 3 सेमी अंतरावर असेल. आता पिनहोल कार्ड लावून टोपण A बाजूवर लावा. टाचणी उभी असेल (डोके वर) अशी नळी धरा. उजेडाकडे धरून भिंगातून पडद्यावर काय दिसते ते पहा.

काय दिसले?

7.4 प्रमाणेच बाह्य दृश्याची उलट प्रतिमा दिसली, पण आणखीही काही दिसलं.

उलट्या दृश्यावर टाचणीची गडद काळी प्रतिमा, ती मात्र सुलट दिसते!

ती तशी का दिसते, हे तुम्ही शोधून काढायचे आहे!

उत्तर सोपेच आहे.या पानावर खाली उलट्या अक्षरात त्याचे उत्तर दिलेले आहे.

प्रयोग 7.2 मध्ये आपल्या डोळ्यात काय घडले, त्याची ही प्रतिकृती आहे. तेव्हा टाचणी उलटी का दिसली, हे तुम्ही आता सांगू शकाल...होय ना?

या प्रयोगात टाचणी सरळ का दिसली -
कारण ती पिनहोल कॅमेऱ्याने तयार झालेली प्रतिमा नाही. पिनहोलमधून येणाऱ्या किरणांनी पडद्यावर पाडलेली ती टाचणीची सावली आहे.

प्रयोग 8 पाण्यातून वाहणारा प्रकाश

घट्ट झाकणाची प्लॅस्टिकची पाण्याची बाटली घ्या. लेसर पॉइंटरने बाटलीतून प्रकाश पाठवा. प्रकाश बाटलीतून सरळ जाऊन पलीकडे धरलेल्या टाइलवर किंवा कागदावर पडेल.



बाटलीला तळापासून साधारण 3 सेमी वरती साधारण 6 मिमी व्यासाचे भोक पाडा. ते भोक तात्पुरते बोटाने बंद करून बाटली पाण्याने पूर्ण भरा आणि झाकण घट्ट लावा.

आता ही बाटली एका टेबलाच्या किंवा स्टुलाच्या कडेला ठेवा. झाकण उघडल्यावर भोकातून सांडणारे पाणी गोळा करण्यासाठी खाली बादली ठेवा.



भोकाच्याच उंचीला लेसर पॉइंटर ठेवून भोकाच्या बरोबर मध्यातून प्रकाशकिरण पाठवा. किरण जमिनीला समांतर असावे.

ही सगळी तयारी झाल्यावर बाटलीचे झाकण उघडा. पाण्याची धार भोकातून खाली पडू लागेल. लेसरचा प्रकाश चालू ठेवा.
आता प्रकाशकिरण सरळ रेषेत जात नाहीत, तर ते पाण्याबरोबर वाकून खाली बादलीत पडतात असे तुम्हाला दिसेल.

धमाल आहे ना!

भोकाचा व्यास लेसरच्या प्रकाशझोताच्या व्यासापेक्षा मोठा असेल आणि प्रकाश पूर्णपणे भोकातून आत जाईल याची खात्री करा. तुम्हाला प्रकाश बादलीत पडलेला दिसत नसेल तर जरा बुटक्या स्टुलावर बाटली ठेवून प्रयोग पुन्हा करून पहा. त्यामुळे पडणाऱ्या पाण्याची उंची कमी होईल.

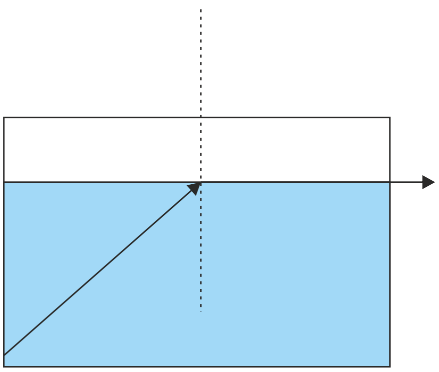
असं का होतं ते समजून घेण्यासाठी तुम्हाला

प्रयोगांची आणखी एक मालिका करावी लागेल.

पाण्याने भरलेल्या पारदर्शक काचेच्या भांड्यात (उदा. फिशटँक) हवेतून पाण्यात जाताना लेसर किरण कसे जातात त्याचे निरीक्षण करा.

पाण्यातून हवेत जाताना किरण कसकसे जातात त्याचे निरीक्षण करा.

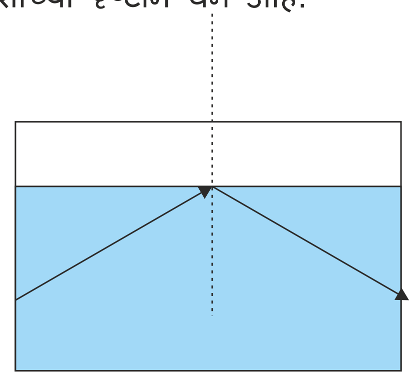
तुमच्याकडे काचेची स्लॅब असेल तर हवेतून काचेत, काचेतून हवेत किरण कसे जातात ते पहा.
लेसर किरण पाडण्याचा कोन बदलत बदलत वरील सर्व निरीक्षणे करा. घन माध्यमातून विरळ माध्यमात लेसर किरण पाठवा. (उदा. चित्रात दाखवल्याप्रमाणे पाण्यातून हवेत). किरण पाडण्याचा कोन (आपाती कोन) बदलत बदलत किरणांचे निरीक्षण करा. आपाती कोन वाढवत गेलं तर काय होतं?



किरण हवेतून बाहेर पडतात का? की ते आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे परावर्तित होऊन परत पाण्यात जातात?

पूर्ण आंतरिक परावर्तनामुळे प्रकाशकिरण वळून पाण्याच्या धारेबरोबर जातात. प्रकाशकिरण जेव्हा वेगवेगळ्या घनतेच्या माध्यमांमधून प्रवास करतात तेव्हा सीमेवर ते आपली दिशा बदलतात. याला अपवर्तन म्हणतात. त्याचबरोबर काही प्रकाशकिरण परावर्तित होऊन आधीच्या माध्यमात परत येतात. त्याला आंतरिक परावर्तन म्हणतात.

जेव्हा आपाती कोन असा असतो, की कोणत्याच किरणांचे अपवर्तन होतच नाही, म्हणजे कोणतेच किरण दुसऱ्या माध्यमात पोहोचत नाहीत, सर्वच किरण आंतरिक परावर्तनाने पहिल्या माध्यमात परत येतात, तेव्हा त्याला पूर्ण आंतरिक परावर्तन म्हणतात. प्रकाश पहिल्या माध्यमातच राहतो. प्रकाशाच्या दृष्टीने घन असलेल्या माध्यमातून विरळ माध्यमात जातानाच हे घडू शकते. या प्रयोगाच्या बाबतीत पहिले माध्यम म्हणजे पाणी, हे दुसऱ्या माध्यमाच्या म्हणजे हवेच्या मानाने प्रकाशाच्या दृष्टीने घन आहे.



तंतू प्रकाशिकी (Fiber optics) या शाखेत प्रकाशाचे वहन करण्यासाठी हे तत्त्व वापरले जाते. या प्रयोगात तुम्ही पाण्याच्या धारेचा प्रकाशिकी तंतू तयार केला आहे.

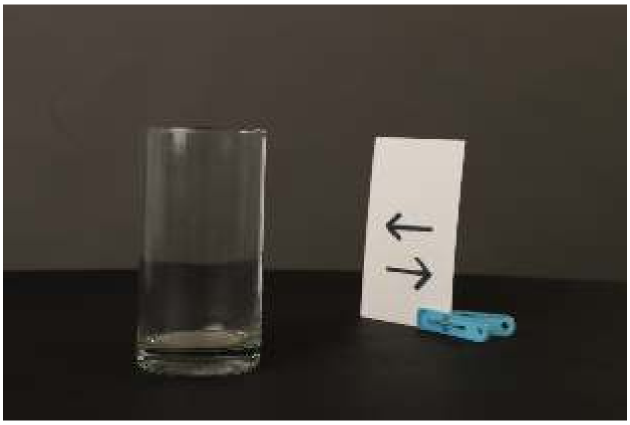
प्रयोग 9

दिशा बदलणारे बाण

असं म्हणतात, की “प्रत्यक्ष पाहा आणि मगच विश्वास ठेवा !” पण हे नेहमीच खरं असतं असं नाही बरं का! या प्रयोगाबाबत तर नक्कीच नाही.

साधारणपणे पोस्टकार्डाच्या आकाराचे एक कार्ड घ्या. त्यावर स्केचपेनने दोन जाड समांतर बाण काढा (साधारणपणे 6 ते 8 सेमी लांब आणि एकमेकांपासून 3 ते 4 सेमी अंतरावर). यापैकी एक बाण डावीकडे आणि एक बाण उजवीकडे दिशा दर्शवणारा काढावा.)

हे कार्ड भिंतीला टेकून किंवा चिमट्यात पकडून टेबलावर उभं ठेवा.



आता एक दंडगोलाकार काचेचा अथवा पारदर्शक प्लास्टिकचा रिकामा ग्लास घ्या आणि या टेबलावरील कार्डासमोर सुमारे 10 सेमी अंतरावर ठेवा. टेबलावरून ग्लासाच्या पातळीतून आडव्या दिशेने पाहिल्यास मागील कार्डावरचे बाण ग्लासमधून पूर्णपणे दिसले पाहिजेत. यासाठी जरूर पडल्यास ग्लास थोडा पुढे मागे करा.

आता ग्लासात थोडे थोडे पाणी हळू हळू भरा. पाणी खालच्या बाणाच्या थोडे वर येऊ द्या. वरचा बाण मात्र पाण्याच्या पातळीपासून वरच असू द्या. ग्लासमधून बाणांकडे पाहा. काय दिसते? दोन्ही बाण एकाच दिशेला दिसतील.

आता पुन्हा हळू हळू ग्लासमध्ये पाणी भरायला सुरवात करा व वरच्या बाणाच्या वरपर्यंत भरा. आता दोन्ही बाणांनी त्यांची मूळ दिशा बदललेली दिसेल व ते बरोबर उलट्या दिशेला दिसतील.







असे का घडते ते समजून घेण्यासाठी खालील प्रयोग करा.

वरच्या प्रयोगातील बाणाप्रमाणे एक बाण काढून एका आरशाच्या दिशेने उभा करा, आणि त्याची आरशातील प्रतिमा पाहा.

आरशातील एका परावर्तनानंतर बाणाची प्रतिमा पाठपोट उलटी होते, म्हणजेच बाणाची दिशा उलटी दिसते.

वरच्या प्रयोगात आपण जेंव्हा रिकाम्या ग्लासमधून बाणांकडे पाहतो तेंव्हा बाणांकडून येणारे किरण हवा - काच - हवा - काच आणि पुन्हा हवा असे प्रवास करतात. माध्यम बदलल्यामुळे प्रकाशाचे अपवर्तन होते व आपणास बाणाची प्रतिमा ग्लासमधून दिसते. प्रकाशाच्या किरणांचे या सर्व माध्यमांतून अपवर्तन झाल्याने आपणास असे दिसते. यात कुठेही किरण परावर्तित होत नाहीत.

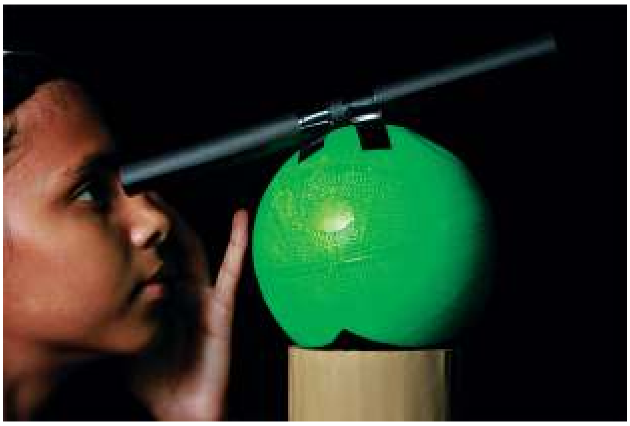
परंतु ग्लासमध्ये भरलेल्या दंडगोल आकाराच्या पाण्यामधून जेंव्हा किरण प्रवास करतात, तेंव्हा मात्र ते एकदा पाण्यातून परावर्तित होऊन मगच आपल्या डोळ्यापर्यंत पोचतात. यामुळे बाणांची दिशा उलट झाल्याचे भासते.

विश्वाबद्दलचा दृष्टिकोन बदलून टाकणारे प्रयोग

प्रयोग 10 आर्यभट्टाचे स्पष्टीकरण - स्थिर ध्रुवतारा आणि फिरणारे तारे

रात्री तारे आकाशात हळूहळू फिरताना दिसले तरी एक तारा मात्र विशिष्ट जागी स्थिर दिसतो.

एक A 4 आकाराचा कागद घ्या. त्याची दुर्बिणीसारखी नळी तयार करा. एका बाजूने चिकटपट्टी लावून घ्या. नळीचा व्यास 2 सेमी पेक्षा लहान असावा. चेंडूच्या माउंटवर नळी बसवून घ्या. एखाद्या ताऱ्याकडे नळीतून दृष्टी लावा. माउंट त्यानुसार हलवून घ्या.



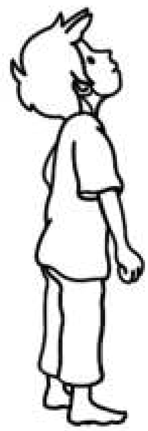
आता 10 मिनिटे जाऊ द्या आणि परत त्या नळीतून (नळीला हात न लावता) तोच तारा पहायचा प्रयत्न करा. दिसतो का? नाही. त्या ताऱ्याची जागा आता बदलली आहे. पृथ्वी फिरल्यामुळे.

आता ध्रुवतारा शोधून काढा. आणि त्यावर नळीची दिशा पक्की करा. ध्रुव तारा नीट पहा. आता 10 मिनिटे जाऊ द्या आणि पुन्हा एकदा ध्रुव तारा पहा. नळी न हलवता तुम्हाला तिथेच ध्रुवतारा दिसला का? आता एका तासाभरानंतर पुन्हा पहा.

चेंडू नळी न हलवता रात्रभर तशीच ठेवा. पुन्हा दुसऱ्या रात्री त्याच ठिकाणाहून ध्रुव तारा पहा. ध्रुवतारा एकच जागी स्थिर का बरे दिसतो?

खोलीतल्या स्थिर पंख्याखाली उभे राहा. पंख्याकडे पाहा. आता त्याच जागी उभे असताना हळूहळू स्वतःभोवती फिरायचा प्रयत्न करा. पंख्याची पाती उलट्या दिशेने फिरत आहेत असे दिसेल. पण पंखा डोक्यावर जिथे आहे, तिथेच आहे.





स्वतःभोवती फिरणाऱ्या प्रत्येक गोष्टीला एक आस असतो. बरोब्बर आसावर असणारे बिंदू फिरताना दिसत नाहीत, बाकीचे बिंदू मात्र फिरताना दिसतात.

ध्रुव तारा स्थिर दिसतो, याचाच अर्थ आपण स्वतःभोवती फिरणाऱ्या पृथ्वीवर उभे आहोत, आणि पृथ्वीच्या आसाच्या रेषेत फार फार दूर अंतरावर ध्रुव तारा आहे. रात्री आकाशात दिसणारे सर्व तारे,सूर्य,चंद्र,ग्रह हे पृथ्वीच्या फिरण्याच्या उलट दिशेने फिरताना दिसतात. पंख्याची पाती दिसत होती, तसेच!

1600 वर्षांपूर्वी आर्याभट्टाने याबाबत असे म्हटले आहे -

नदीच्या प्रवाहातून चाललेल्या होडीतील प्रवाश्यांना जशी तीरावरची स्थिर झाडे मागे जाताना दिसतात, तशीच लंकेजवळच्या लोकांना (पृथ्वीवरच्या) आकाशातले स्थिर तारे पश्चिमेकडे जाताना भासतात.(ज्या वेगाने पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरते त्याच वेगाने हे तारे पश्चिमेकडे जात असल्याचे भासते.)

काही दशकांनी वराहमिहिराने यावर सडकून टीका केली होती. पंचसिद्धान्तिकेत त्याने म्हटले आहे, "काहीजण म्हणतात की कुंभाराच्या चाकावरील मातीच्या गोळ्याप्रमाणे पृथ्वी फिरते आहे आणि आकाशातले तारे स्थिर आहेत, मग पक्षी घरट्याकडे परत तरी कसे येतात? शिवाय पृथ्वी जर स्वतःभोवती फिरत असेल, तर उडणारे पतंग आणि पक्षी सगळे पश्चिमेच्या दिशेने वाहून कसे जात नाहीत?"

आणखी शंभरेक वर्षांनी महान खगोल शास्त्रज्ञ ब्रह्मगुप्तनेही यावर टीका केली. ब्रह्मस्फुटसिद्धांतात त्याने म्हटले आहे की पृथ्वी जर फिरत असेल तर, त्यावरील सर्व वस्तू उभ्या कशा राहतील? पडून नाही का जाणार?

विधाने तर्कपूर्ण वाटत असली तरी, ती खरी असतीलच असे नव्हे. वराहमिहिर आणि ब्रह्मगुप्त अशा महान खगोलशास्त्रज्ञांच्यादेखील लक्षात आले नव्हते, की आर्यभट्टाने फिरणाऱ्या ताऱ्यांबद्दल एक अचूक आणि क्रांतिकारी स्पष्टीकरण दिलेले होते!

वैज्ञानिक दृष्टिकोन हा नेहमीच नम्र असतो.

विज्ञान एवढंच म्हणतं की,
"आज माझ्याकडे जो पुरावा आहे, त्या आधारे एवढं एवढं सत्य आहे.
उद्या जर त्याच्यापेक्षा वेगळा पुरावा मिळाला, तर त्याच्यापेक्षा वेगळं काहीतरी सत्य तयार होईल."
विज्ञान अंतिम सत्याचा दावा कधीच करत नाही.
विज्ञान सत्याच्या सातत्यावर उभं असतं.

(डॉ.नरेंद्र दाभोळकर यांच्या एका भाषणातून)

प्रयोग 11 गॅलिलिओस्कोप आणि शुक्र

5 शतकांपूर्वी गॅलिलिओनं पहिल्यांदा काही विस्मयकारक गोष्टी पाहिल्या. कोपर्निकसचे म्हणणे योग्य होते हे त्यावरून अगदी निर्विवादपणे सिद्‌ध झालं.



दूरदर्शक तयार करणारा गॅलिलिओ हा काही पहिला माणूस नव्हे. हॉलंडमधील लिपरशेयसारख्या इतर काही जणांनी त्याआधी दूरदर्शक बनवला होता. परंतु दूरदर्शक आकाशाकडे फिरवणारा आणि खगोलशास्त्रासाठी वापरणारा गॅलिलिओ हा पहिला माणूस होता.

हा गॅलिलिओच्या दूरदर्शकाचा फोटो आहे. दूरदर्शकाचा सर्वात महत्त्वाचा भाग म्हणजे प्रकाशिकी (optics) - त्याची भिंगे. गॅलिलिओच्या दूरदर्शकाला दोन भिंगे होती. पुढचं भिंग म्हणजे पदार्थभिंग आणि मागचं भिंग म्हणजे नेत्रिका. पदार्थभिंगाचं नाभीय अंतर जास्त असतं आणि नेत्रिकेचं नाभीय अंतर कमी असतं.



दोन भिंगं आणि पुठ्ठा वापरून तुम्हीही तुमचा स्वतःचा, फोटोत दाखवल्यासारखा दूरदर्शक तयार करू शकाल. चेंडूला चार दोऱ्या बांधून तुम्हाला दूरदर्शकासाठीचा चेंडूचा माउंट तयार करता येईल. चेंडूमध्ये वाळू भरण्याआधी या दोऱ्या बांधून घ्याव्या लागतील. दूरदर्शकातून पाहताना तो स्थिर ठेवण्यासाठी या चेंडूच्या माउंटचा उपयोग करा. या दूरदर्शकाने तुम्हाला चंद्रावरचे खड्डे व डोंगर पाहता येतील.

साध्या दूरदर्शकातून शुक्राचे निरीक्षण करणे.

शुक्र कधी संध्याकाळी तर कधी पहाटे दिसतो. शुक्राच्या कला पाहण्यासाठी काही महिने जास्त योग्य असतात. दरवर्षीच्या या तारखा तुम्ही इंटरनेटवरून शोधू शकाल. साध्या दूरदर्शकातून शुक्र पाहणे हा रोमांचक अनुभव असतो.

तुमचा दूरदर्शक कदाचित वर्णविपथन (chromatic aberrations) दाखवेल. यामुळे शुक्राची प्रतिमा धूसर आणि जरा वेडीवाकडी दिसते. भिंगातून जाणाऱ्या प्रकाशातील रंग विखुरल्यामुळे असे होते.

एका साध्या पद्धतीने ही समस्या बरीचशी सोडवता येते. मध्यभागी साधारण 15 सेमी व्यासाचं गोल भोक असलेलं एक कार्ड तयार करा. शुक्राकडे पाहताना हे कार्ड तुमच्या भिंगासमोर धरा. याने शुक्राची बऱ्यापैकी रेखीव प्रतिमा मिळेल. शुक्राची चंद्रासारखी कोर या दिवसात पहायला मिळेल.

भिंगे मिळवण्यासाठी आणि इतर माहितीसाठी तुम्ही येथे संपर्क साधू शकाल -

- तुमच्या शाळेतील विज्ञानप्रेमी शिक्षक
- तुमच्या गावातील लोकविज्ञान चळवळीचे कार्यकर्ते
- 'समतेसाठी गुणवत्ता' केंद्र, नवनिर्मिती लर्निंग फाउंडेशन, पुणे
- 'डिस्कवर इट' केंद्र, नवनिर्मिती एज्युक्वालिटी, मुंबई

तथाकथित चमत्कारांमागचे विज्ञान

प्रयोग 12 लिंबातून रक्त

तुम्ही कधी लिंबू कापल्यावर त्यातून रक्त येताना पाहिलंय? कित्येक भोंदूबाबा त्यांच्यावर विश्वास ठेवणाऱ्या भक्तांसमोर ही युक्ती करून स्वतःत जादूची शक्ती असल्याचे भासवतात. या बाबांनी लिंबू चिरल्यावर त्यातून रक्त गळू लागतं.



ही युक्ती काय आहे? ही युक्ती वापरून तुमच्या मित्रांना चकित करा.

काळसर रंगाचे पाते असलेली एक लोखंडी सुरी घ्या. (लोखंड कापायच्या करवतीच्या पात्यापासून - hacksaw blade बनवलेली सुरी मिळाली तर उत्तमच)



काही लाल जास्वंदाची फुले घ्या. ती कुस्करून त्या सुरीच्या पात्यावर घासून पात्यावर त्यांचा एक लेप द्या. तो लेप पूर्णपणे सुकू द्या. पात्यावर चांगला दाट थर बसण्यासाठी असं ३-४ वेळा करा. पात्याच्या काळसर रंगावर हा लेप दिसून येत नाही. आता एक लिंबू घेऊन ते जमिनीवर दाबून गोल फिरवून थोडे मऊ करून घ्या. ते आपल्या सुरीने कापा. लिंबाचा कापलेला पृष्ठभाग आणि गळणारा रस लाल झाल्यामुळे लिंबातून रक्त येत असल्याप्रमाणे दिसेल.



जास्वंदीच्या रस आम्लाचा निदर्शक असल्याने लिंबातील आम्लाच्या सम्पर्कात आल्यावर लाल रंगाचा बनतो त्यामुळे लिंबातून लाल रक्त आल्याप्रमाणे भासते.



 इतर फुलांचे रस वापरून त्यांच्यात असे गुणधर्म आहेत का ते तपासून पाहा.

प्रयोग 13 रंग बदलणारे हळद-कुंकू



अनेकदा कुणी बाबा/ महाराज म्हणवणारे लोक काही हातचलाखी करतात. हळद घेऊन त्याचे कुंकू बनवणे किंवा कुंकू घेऊन त्याचे बुक्क्यात रूपांतर करणे वगैरे.
साहित्य- हळद, कुंकू, साबण पावडर (निरमा), खाण्याचा चुना (पानाच्या दुकानात मिळतो तो), पाणी.



एका बशीत हळद घ्या आणि दुसऱ्या बशीत हळद आणि साबण पावडर एकत्र करून ठेवा. तुमच्या मित्राच्या किंवा मैत्रिणीच्या एकेका हातात या दोन बशांमधील चमचा-चमचा भर नमुना द्या. मित्राला दोन्ही मुठी बंद करायला सांगा. त्यावर थोडेसे पाणी टाका. मूठ बंद ठेवून तळहात मळून पाणी मिसळून घ्यायला सांगा. आता मूठ उघडून बघा. एका हातातली हळद लाल भडक झाली असेल.



आता हातात कुंकू घेऊन त्यात खाण्याचा चुना मिसळायला सांगा. कुंकवाचा रंग बदलून काळा बुक्का तयार होतो. कुंकू जर शुद्ध नसेल तर मात्र त्याचा बुक्का तयार होत नाही.
यात रंग बदलाची जादू कशामुळे घडते?
त्याचे कारण म्हणजे अल्कली.
जेव्हा देवाधर्माच्या नावाने अशा जादू करून दाखवल्या जातात, तेव्हा विचार करा...कारण काय असू शकेल?



डॉ. नरेंद्र दाभोळकर अशा जादू करून दाखवणाऱ्या बाबा-बुवांचे पितळ उघडे पाडत असत. ते लोक अशाच युक्त्या वापरून चमत्कार करत असतात.
नियंत्रित वातावरणात, कार्यकर्त्यांच्या तपासणीखाली कोणताही चमत्कार करून दाखवण्याचे आव्हान डॉ. कोवूर आणि अंधश्रद्धा निर्मूलन समिती यांनी दिलेले आहे, ते आजवर कोणीही स्वीकारलेले नाही.

प्रयोग 14 मंत्राग्नी

नुसता मंत्रोच्चार करून अग्नी पेटवलेला तुम्ही कधी पाहिला आहे का?

तुमच्या पालक/ शिक्षक यांच्या देखरेखीखाली पुरेशी काळजी घेऊन तुम्ही हा पुढचा प्रयोग करून पाहू शकता.

थोडे पोटॅशियम परमँगनेट आणि थोडे ग्लिसरीन घ्या. ते तुपासारखे दिसते. पोटॅशियम परमँगनेटची पावडर करून एखाद्या काचेच्या बशीत घ्या. ती लपवण्यासाठी तुम्ही त्यावर लाकडाचा बारीक भुस्सा टाकू शकता.

आता चमच्यात ग्लिसरीन घेऊन तोंडाने कोणताही मंत्र पुटपुटायला लागा. तुम्हाला येणारे कोणतेही



गाणे अथवा कविता म्हणालात तरी चालेल!

आता पोटॅशियम परमँगनेटवर ग्लिसरीन टाका. जराशाच वेळात रासायनिक क्रिया होऊन आग लागेल.

ही क्रिया कोणती ते शोधून काढा.







प्रयोग 15 गणपती दूध पितो

भारतात सगळीकडे गणपतीच्या मूर्ती दूध पिऊ लागल्याची गोष्ट तुम्ही ऐकली असेल. प्रत्यक्षात काय घडतं ते आपण पाहू शकतो.



धातूच्या, दगडाच्या, प्लॅस्टर ऑफ पॅरिसच्या, टेराकोटाच्या, इतर कोणत्याही पदार्थाच्या बनलेल्या काही गणेशमूर्ती जमा करा. पाणी, दूध, चहा असं काहीही तुम्ही वापरू शकता.



सोंडेसारखा थोडासा बाहेर येणारा, जिथे पाण्याने भरलेला चमचा धरता येईल असा त्या मूर्तीचा भाग शोधा. चमचा किंचित तिरका करून पाण्याचा स्पर्श सोंडेला होऊ द्या. नंतर चमचा परत आडवा धरा. आता चमचा तिरका करू नका. चमचातून पाणी सांडू देऊ नका. मूर्तीच्या अशा काही भागांना पाण्याचा स्पर्श झाला, की त्याला चिकटून पाणी झरझर ओढलं जातं. आणि मूर्तीच्या अंगावरून खाली घसरू लागतं.

गणपती, नागोबा, माणूस किंवा त्या प्रकारचा वक्र पृष्ठभाग असलेल्या कोणत्याही मूर्तीबाबत हे होतं. पाणी जमिनीकडे वाहतं आणि तिथे सांडतं. पाणी पिणारी वस्तू वाळूमध्ये ठेवा. मूर्तीनं प्यायलेलं दूध, पाणी वाळूमध्ये जमा होतं. 'गणपती दूध पितो!'

कोणकोणत्या आकारांना असं पाणी ओढता येतं ते शोधा.

चमच्यात घेतलेला द्रव कोणता आहे याने काही फरक पडतो का ते शोधा.
मूर्ती कोणत्या द्रव्याची आहे त्याने काही फरक पडतो का ते शोधा.
म्हणजे, गणपतीचं दूध पिणं हा चमत्कार नव्हता, तर वैज्ञानिक आविष्कार होता. हा प्रयोग रोजच्या रोज, सहज मिळणाऱ्या साहित्यातून करता येतो.

यासारख्या विस्मयकारक घटना इतर धर्मांमध्येही घडलेल्या आहेत. यामागचं विज्ञान सविस्तर सांगणारे बरेच लेख इंटरनेटवर उपलब्ध आहेत.

विज्ञान आणि चमत्कार

प्रयोग 16 बोटातली जादू - मिरेपूड लांब पळते.

दोन उथळ बशा घ्या.

दोन्हींमध्ये सारखं पाणी घाला. बशीच्या तळापासून साधारण १ सेमी उंचीइतकं पाणी घाला.



पाण्याच्या पृष्ठभागावर मिरेपूड भुरभुरवा. मिरपुडीच्या अगदी पातळ थराने पृष्ठभाग पूर्ण झाकला जाऊ द्या. मिरपूड पृष्ठभागावर बसते.

तुमच्या मित्राला किंवा मैत्रिणीला तिचं बोट पाण्यात घालायला सांगा. काहीच विशेष घडत नाही.



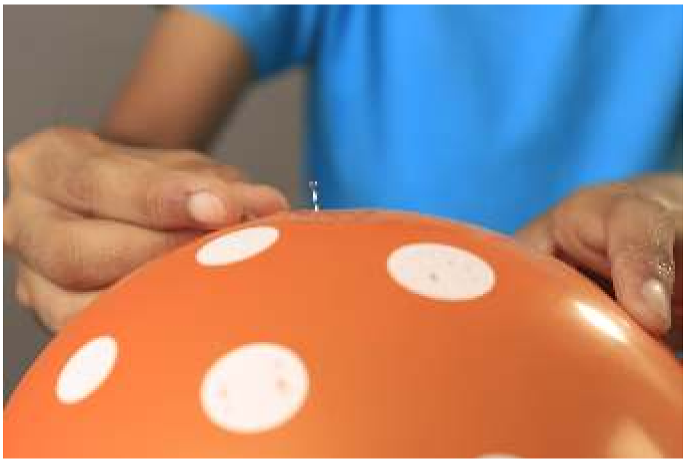
आता तुम्ही तुमचं बोट दुसऱ्या बशीत मध्यभागी बुडवा.

अरे व्वा!
काहीतरी वेगळं घडतं.

मिरपूड तुमच्या बोटापासून दूर पळते. बशीच्या कडेला सरकते.

युक्ती - हा प्रयोग करण्यापूर्वी लिक्विड डिशवॉशर साबणात तुमचं बोट आधीच बुडवून घ्या.

प्रयोग 17 टाचणी टोचली तरी न फुटणारा जादूचा फुगा



एक फुगा फुगवा. अगदी पूर्ण ताणेपर्यंत नाही फुगवायचा. थोडा कमी फुगवा. गाठ बांधा.

फुग्यावर फुलीच्या आकारात चिकटपट्टी लावा.

स्टेशनरीच्या दुकानात मिळणारी, न दिसणारी, चांगल्या दर्जाची सेलोटेपसारखी टेप वापरा.

ती चिकटवताना हवेचे बुडबुडे आत राहणार नाहीत अशी काळजी घ्या.



टेप लावलेली बाजू तुमच्या मित्रांपासून लपवा.

त्यांना सांगा, की तुमच्याकडे जादूचा फुगा आहे. त्या फुग्यात टाचणी टोचली तरी तो फुटत नाही.

फुग्यात टोकदार टाचणी टोचा. बरोबर टेपच्या फुलीच्या जागी टोचा.



फुग्यावरील गडद दिसणाऱ्या जागेवरही तुम्हाला टोकदार टाचणी टोचता येईल. त्याला टेप चिकटवण्याचीही गरज नाही.

पाठ्यपुस्तकातलं 'वैज्ञानिक' स्पष्टीकरण कदाचित पुरेसं वैज्ञानिक नसेलही!

प्रयोग 18 मेणबत्ती आणि पाण्याचा प्रयोग

पाठ्यपुस्तकं नेहमीच बरोबर असतात का? तुम्ही स्वतः तपासून पहा. 'वैज्ञानिक' म्हणून सांगितलेलं स्पष्टीकरण 'वैज्ञानिक' असेलच असं नाही. ते तपासलं पाहिजे. प्रत्येक गोष्टीबाबत प्रश्न विचारा.

'एका बशीत मेणबत्ती लावायची, बशीत पाणी घालायचं, मेणबत्ती पेटवायची आणि त्यावर ग्लास उपडा टाकायचा.' हा प्रयोग तुम्ही केला असेल. थोड्या वेळानं मेणबत्ती विझते. त्यानंतर एखाद्या मिनिटानं बशीतलं पाणी ग्लासात वर चढतं. याची काही कारणं तुम्ही ऐकली असतील. बऱ्याच पाठ्यपुस्तकात असणारं कारण म्हणजे, 'ज्वलनासाठी ऑक्सिजन लागतो. हवेत २० टक्के ऑक्सिजन असतो. मेणबत्तीच्या ज्वलनासाठी ग्लासातल्या हवेतला ऑक्सिजन वापरला जातो. म्हणून १/५ पातळीपर्यंत पाणी वर चढतं'. हे पटतं, नाही का?

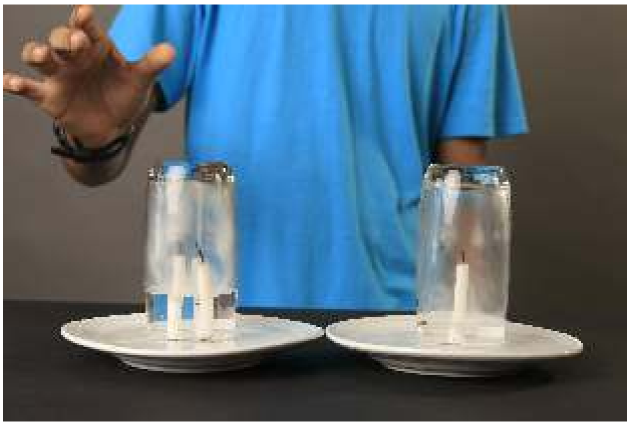
पण तुम्ही कधी बशीत दोन मेणबत्त्या पेटवून हाच प्रयोग केला आहे का? आणि तीन मेणबत्त्यांनी? तुम्हाला अगदी गमतीशीर निष्कर्ष मिळतात.

वेगवेगळ्या आकारांचे आणि उंचीचे ग्लास वापरून पहा.

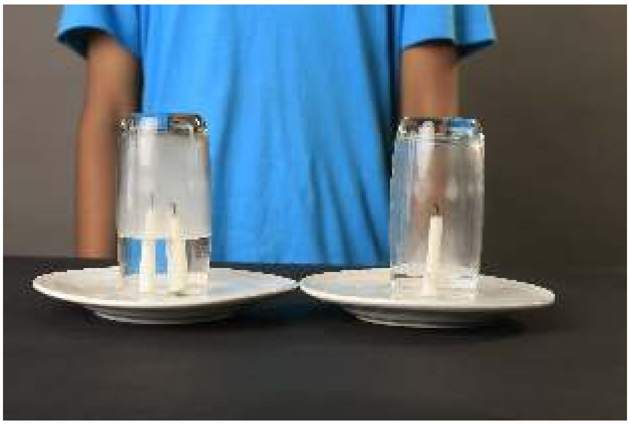
वेगवेगळ्या आकारांच्या आणि उंचीच्या मेणबत्त्या वापरा. आणि मग कारणांचा विचार करा.

पाठ्यपुस्तकातल्या स्पष्टीकरणात पुढील प्रश्नांची उत्तरे मिळत नाहीत.

- ऑक्सीजन हळूहळू वापरला गेला, पण पाणी भरभर वर चढलं, असं का?
- ऑक्सीजनचं रूपांतर कार्बन डाय ऑक्साइडमध्ये झालं. CO_2 ला ही आकारमान आहे. मग आकारमान का बदललं?



•



- सगळा ऑक्सीजन वापरला गेला का? सगळ्या ऑक्सीजनचं CO_2 त रुपांतर झालं का? थोडा CO पण तयार झाला होता का?

- मेण म्हणजे हायड्रोकार्बन. त्यात हायड्रोजन आणि ऑक्सीजन दोन्हीही आहे. मेण जळतं तेव्हा हायड्रोजनचं काय होतं? मेणाच्या जळण्यामुळे थोडी पाण्याची वाफ तयार झाली होती का?

या प्रश्नांचा विचार करता 'पाणी वर का चढलं' या प्रश्नाचं सोपं उत्तर नाही.

खरं तर, हा प्रयोग 2000 वर्षांपासून केला जातोय. या प्रयोगाचा आणि त्याच्या निरनिराळ्या स्पष्टीकरणांचा इतिहास समजून घेण्यासाठी हा लेख वाचा.

http://www.math.harvard.edu/~knill/pedagogy/waterexperiment/vera_rivera_nunez.pdfhttp://www.math.harvard.edu/~knill/pedagogy/waterexperiment/vera_rivera_nunez.pdf

नंतरच्या पानावरील कार्ड कापायचे असल्यामुळे हे पान कोरे ठेवलेले आहे.

सूर्य संदेश

तमसो मा ज्योतिर्गमय

अंधाराकडून प्रकाशाकडे



अनेक शाळा	एक प्रयोग
अनेक चिन्हे	एक सूर्य
अनेक श्रद्धा	एक ईश्वर
अनेक वंश	एक मानव
अनेक संस्कृती	एक राष्ट्र
अनेक राष्ट्रे	एक जग
अनेक समस्या	एक निर्धार

आपण सारे एकत्र येऊ, जास्त चांगलं जग घडवू

वैज्ञानिक दृष्टिकोन



ask why

NATIONAL SCIENTIFIC TEMPER DAY AUG 20

M **9822614682**
navnirmitilearning@gmail.com

NAVNIRMITI
LEARNING
FOUNDATION